

## РЕФАКТОРИНГ ПРОГРАМНОГО КОДУ ДІАЛОГОВОЇ КОМПОНЕНТИ ПЛАТФОРМИ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ДЛЯ МЕДИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ З ВІДКРИТИМ КОДОМ OPENMRS

**А. В. Семенець, В. П. Марценюк<sup>1</sup>**

*Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського*

<sup>1</sup>*Університет Бельсько-Бялої, Республіка Польща*

Показано актуальність використання модулів систем підтримки прийняття рішення в складі медичної інформаційної системи (МІС) електронних медичних записів. Наведено методику застосування систем підтримки прийняття рішення (СППР) при діагностиці патологій невиношування вагітності. Підкреслено переваги реалізації підсистеми прийняття платформи СППР у вигляді окремого сервісу засобами Google App Engine. Представлено процес рефакторингу програмного коду діалогової компоненти платформи СППР у вигляді модулю для вільно-розповсюджуваної МІС електронної медичної картки з відкритим кодом OpenMRS. Програмні компоненти модулю реалізовано з використанням API, наявного в МІС OpenMRS, на мові програмування Java з використанням фреймворків Spring та Hibernate. Надано методику асинхронного обміну даними з веб-сервісом на платформі Google App Engine за технологією AJAX.

**Ключові слова:** медична інформаційна система, електронна медична картка, системи підтримки прийняття рішень, дерева рішень, програмне забезпечення з відкритим кодом, OpenMRS, Java, Spring, Hibernate, Google App Engine.

## РЕФАКТОРИНГ ПРОГРАМНОГО КОДА ДІАЛОГОВОЇ КОМПОНЕНТИ ПЛАТФОРМИ СИСТЕМИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ДЛЯ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С ОТКРЫТЫМ КОДОМ OPENMRS

**А. В. Семенец, В. П. Марценюк<sup>1</sup>**

*Тернопольский государственный медицинский университет имени И. Я. Горбачевского*

<sup>1</sup>*Университет Бельско-Бялой, Республика Польша*

Показана актуальность использования модулей систем поддержки принятия решений (СППР) в составе медицинской информационной системы (МИС) электронных медицинских записей. Приведена методика применения СППР при диагностике патологий невынашивания беременности. Подчеркнуты преимущества реализации подсистемы принятия платформы СППР в виде отдельного сервиса средствами Google App Engine. Представлен процесс рефакторинга кода диалоговой компоненты платформы СППР в виде модуля для свободно-распространяемой МИС электронных медицинских карт с открытым кодом OpenMRS. Программные компоненты модуля реализовано с использованием API, имеющегося в МИС OpenMRS, на языке программирования Java с использованием фреймворков Spring и Hibernate. Показано методику асинхронного обмена данными с веб-сервисом на платформе Google App Engine по технологии AJAX.

**Ключевые слова:** медицинские информационные системы, электронные медицинские карты, системы поддержки принятия решений, деревья решений, программное обеспечение с открытым кодом, OpenMRS, Java, Spring, Hibernate, Google App Engine.

## ON CODE REFACTORING OF THE DIALOG SUBSYSTEM OF CDSS PLATFORM FOR THE OPEN-SOURCE MIS OPENMRS

**A. V. Semenets, V. P. Martsenyuk<sup>1</sup>**

*I. Ya. Horbachevsky Ternopil Medical State University*

<sup>1</sup>*University of Bielsko-Biala, the Republic of Poland*

The importance of Medical Information Systems (MIS) for medical practice is emphasized. The wide usage of the Electronic Medical Records (EMR) software is displayed. The importance and alternative approaches to implementation of the MIS in

the Ukraine healthcare system are discussed. The benefits of the open-source MIS usage are shown. Effectiveness of the Clinical Decision Support System (CDSS) application in the medical decision making process is emphasized.

The open-source MIS OpenMRS developer tools and software API are reviewed. The results of code refactoring of the dialog subsystem of the CDSS platform which is made as module for the open-source MIS OpenMRS are presented. The structure of information model of database of the CDSS dialog subsystem was updated according with MIS OpenMRS requirements. The Model-View-Controller (MVC) based approach to the CDSS dialog subsystem architecture was re-implemented with Java programming language using Spring and Hibernate frameworks. The MIS OpenMRS Encounter portlet form for the CDSS dialog subsystem integration is developed as an extension. The administrative module of the CDSS platform is recreated. The data exchanging formats and methods for interaction of OpenMRS CDSS dialog subsystem module and DecisionTree GAE service are re-implemented with help of AJAX technology via jQuery library

**Key words:** medical information systems, electronic medical records, decision support systems, decision tree, open-source software, Java, Spring, Hibernate, OpenMRS, Google App Engine.

**Вступ.** Актуальність широкого запровадження медичних інформаційних систем (МІС), як ключового елемента інформатизації галузі охорони здоров'я України, показана в роботах багатьох авторів, зокрема [1, 2]. Розвиток інформаційних технологій дає можливість підвищити якість надання медичної допомоги шляхом забезпечення персоналу медичних закладів апаратно-програмними засобами для ефективного оброблення інформації - як оперативної так і архівної [2, 3]. Формування та підтримка електронної медичної картки пацієнта (EMR - Electronic Medical Record, ЕМК) є одним із концептуальних напрямів впровадження сучасних інформаційних технологій у закладі охорони здоров'я [1, 2, 3].

**Застосування систем підтримки прийняття рішення (СППР) у складі МІС з відкритим кодом.**

У роботі [2] автором наведено огляд підходів до впровадження МІС та наведено короткий перелік провідних розробників МІС різного типу. Українськими виробниками програмного забезпечення також створено ряд якісних МІС, наприклад, «Доктор Елекс» (<http://www.doctor.eleks.com>), «EMCi-MED» (<http://www.mcmmed.ua>), «Каштан» (<http://www.ciet.kiev.ua>) та інші, що, проте, являються комерційним програмним забезпеченням (ПЗ) із високою вартістю [1].

Стабільна позитивна динаміка зростання світового ринку ПЗ МІС продемонстрована в роботі [4]. Одночасно з ринком комерційного ПЗ, активно розвивається напрям застосування в галузі охорони здоров'я вільно-розповсюджаного ПЗ з відкритим кодом [3, 5, 6]. Широко застосовуються такі МІС ЕМК з відкритим кодом як WorldVista (<http://worldvista.org/>), OpenEMR (<http://www.open-emr.org/>) та OpenMRS (<http://openmrs.org/>) [3, 7]. Переваги застосування ПЗ МІС з відкритим кодом від провідних світових розробників показано в роботах [2, 3]. Перспективи використання вільно-

но-розповсюджаного ПЗ МІС у країнах, що розвиваються, або перебувають в умовах фінансової кризи, детально розглянуто в роботах F. Aminpour, F. Fritz, C. J. Reynolds та інших [3, 5, 7].

**Слід зазначити, що в Україні на державному рівні увага до перспектив застосування вільно-розповсюджаного ПЗ МІС не приділяється.** Мають місце лише поодинокі ініціативні експерименти. Так, авторами [2, 8, 9] досліджуються підходи до впровадження МІС з відкритим кодом, зокрема: OpenEMR, OpenMRS, OpenDental, та розробляються методики інтеграції вказаних МІС ЕМК з іншими ПЗ МІС.

Однією з умов підвищення якості надання медичної допомоги є застосування в щоденній практичній діяльності сучасного лікаря клінічних систем підтримки прийняття рішення (CDSS - Clinical Decision Support Systems), що підтверджується в роботах [10, 11, 12]. Переваги від застосування СППР у медичних закладах країн, що розвиваються, показано в роботі [13]. Важливість інтеграції МІС різного типу, і, в першу чергу, МІС СППР та МІС ЕМК, досліджено в роботі [14]. Науковцями кафедри медичної інформатики Тернопільського державного медичного університету імені І. Я. Горбачевського (ТДМУ) протягом тривалого часу розробляються як загальні теоретичні засади, так і прикладні програмні засоби СППР, що відображено в цілому ряді робіт [15-19].

Підходи щодо застосування, як МІС СППР, так і МІС ЕМК, для раннього виявлення патологій невиношування вагітності в акушерстві та гінекології проаналізовано в роботах [20, 21, 22]. У 2013 році Семенцем А. В., Жилиєвим М. М. та Геряк С. М. розроблено прототип СППР діагностики патологій невиношування вагітності [23]. Дослідна експлуатація вказаного прототипу СППР у Тернопільському обласному перинатальному центрі «Мати і дитина» протягом 2013-2014 років

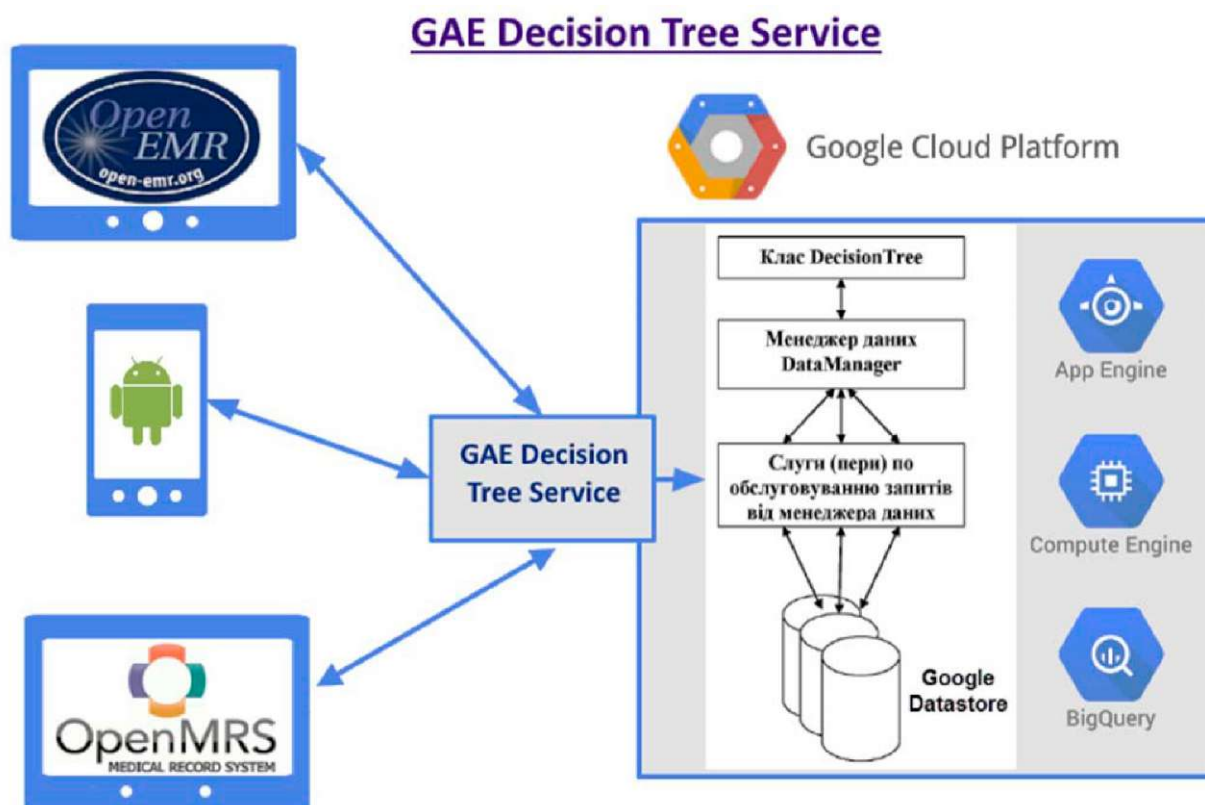


Рис. 1. Інтеграція веб-сервісу СППР GAEDecisionTree з довільними МІС ЕМК

засвідчила ефективність алгоритму СППР [24]. Це дало підставу авторам для розроблення повнофункціонального додатку МІС СППР діагностики патологій невиношування вагітності у вигляді інформаційного модулю (плагіну) для вільно-розповсюдженої МІС ЕМК OpenEMR [25].

**Мета роботи:** представлення досвіду авторів щодо рефакторінгу програмного коду модулю (плагіну), що реалізує функціональні можливості діалогової компоненти платформи СППР, для використання в складі вільно-розповсюдженої МІС ЕМК OpenMRS.

**Результати та їх обговорення. Реалізація процесу рефакторінгу програмного коду діалогової компоненти платформи СППР**

При розробці вищевказаного інформаційного модулю (плагіну) для вільно-розповсюдженої МІС ЕМК OpenEMR, що реалізує функціональні можливості платформи СППР, Марценюком В. П. було запропоновано застосування в даній СППР алгоритму індукції «дерева рішень» як альтернативного методу прийняття рішення, виходячи з даних, отриманих у роботах [16-19]. Указаний алгоритм прийняття діагностичного рішення було реалізовано на мові програмування Java у вигляді

веб-сервісу на платформі Google App Engine. Базу навчальних даних розгорнуто у Google Datastore, що являє собою no-SQL сховище даних [25]. Такий підхід дозволяє реалізувати інтеграцію веб-сервісу прийняття рішення GAEDecisionTree з іншими МІС ЕМК шляхом розроблення відповідних діалогових компонентів (модулів, плагінів) та засобів їхнього адміністрування (рис. 1). При цьому, доцільність рефакторінгу програмного коду модулю (плагіну) є очевидною.

Засоби OpenMRS щодо розробки доповнень (модулів). OpenMRS - вільно-розповсюджувана платформа для розроблення (інтеграції) ПЗ МІС ЕМК з відкритим кодом (<https://github.com/openmrs/>). Розроблення ядра даної МІС ведеться рядом навчальних закладів та неурядових організацій, зокрема Regenstrief Institute (<http://regenstrief.org/>) та Partners In Health (<http://pih.org/>). МІС орієнтована на автоматизацію закладів охорони здоров'я первинної ланки медичної допомоги. Зареєстровано десятки впроваджень [26], переважно в країнах Африки та Азії (<https://atlas.openmrs.org/>).

Ядро даної МІС написано на мові програмування Java з використанням фреймворків Spring та Hibernate. В якості системи управління базами да-

Лістинг 1.

**Фрагмент XML-файлу опису внутрішнього представлення БД у форматі liquibase:**

```
<changeSet id=»pregnancycdssmodule-2015-11-v-001» author=»SemenetsA» dbms=»mysql»>
<createTable tableName=»form_pregnancycdss_diseases»>
<column name=»diseases_id» type=»integer» autoIncrement=»true»>
<constraints nullable=»false» primaryKey=»true»/>
</column>
<column name=»dis_name» type=»varchar(100)» />
<column name=»dis_notes» type=»varchar(255)» />
<column name=»dis_icd10» type=»varchar(255)» />
<column name=»p_value» type=»float» defaultValue=»0»/>
</createTable>
<rollback>
<dropTable tableName=»form_pregnancycdss_diseases»/>
</rollback>
</changeSet>
<changeSet id=»pregnancycdssmodule-2015-11-v-002» author=»SemenetsA» dbms=»mysql»>
<sql>
INSERT INTO `form_pregnancycdss_diseases` (`diseases_id`,`dis_name`,`dis_notes`,`dis_icd10`,`p_value`) VALUES
(1, 'Своєчасні роди', NULL, NULL, 0.5),
(2, 'Передчасні роди', NULL, NULL, 0.5)
</sql>
</changeSet>
```

них (СУБД) використовується MySQL. Платформа МІС OpenMRS передбачає адаптацію, відповідно до вимог об'єкту впровадження, за допомогою ряду збудованих засобів:

1. Візуальний діалоговий редактор для керування шаблонами форм, що призначені для реєстрації даних пацієнта, та їх складовими - Концептуальними Поняттями (Concepts), Метаданими (Form Metadata) та Схемами Форм (Form Schema) - Form Administrator (<https://wiki.openmrs.org/display/docs/Administering+Forms>).
2. Інструменту інтеграції форм, розроблених засобами InfoPath (<http://www.infopathdev.com/>) - InfoPath Administrator (<https://wiki.openmrs.org/display/docs/InfoPath+Notes>).

3. Набір програмних інтерфейсів (API) для створення користувацьких модулів на мові програмування Java (<https://wiki.openmrs.org/display/docs/API> та <https://wiki.openmrs.org/display/docs/Modules>).

Інструменти 1 та 2 є простими у використанні та не потребують знання мов програмування. Однак, вони не містять засоби, необхідні для реалізації функціоналу СППР. Тому, для розроблення модулю, що реалізує функціональні можливості діалогової компоненти платформи СППР, авторами використано програмний інтерфейс для розроблення модулів OpenMRS. Отже, архітектура даного модулю, буде відповідати показаній на рис. 2.

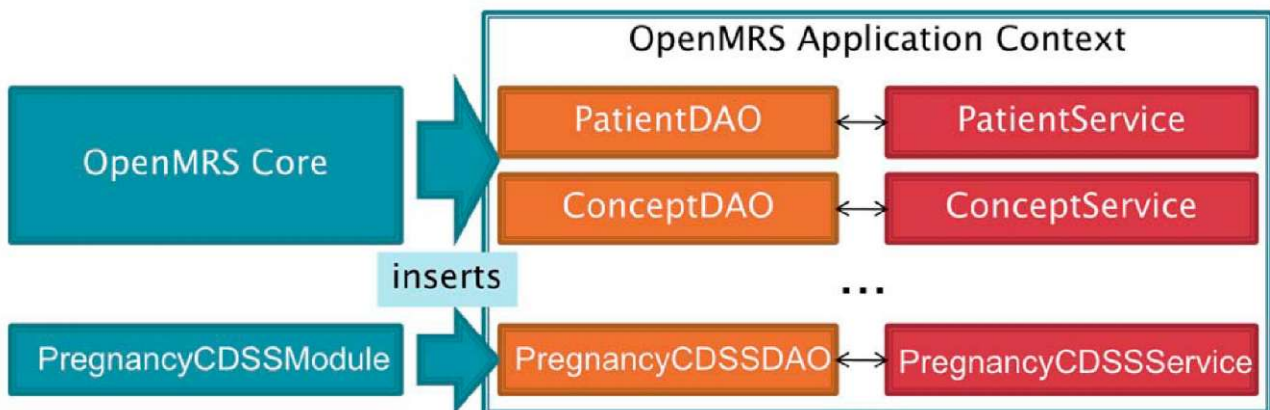


Рис. 2. Програмна архітектура модулю, що реалізує функціональні можливості діалогової компоненти платформи СППР у складі МІС OpenMRS

Лістинг 2.

Клас моделі результатів анкетування пацієнта:

```
package org.openmrs.module.pregnancycdss;
import java.io.Serializable;
import org.openmrs.BaseOpenmrsObject;

public class PatientSymptomByExamModel extends
BaseOpenmrsObject implements Serializable {

    private static final long serialVersionUID = 1L;
    private Integer symptPatientId;
    private PatientExamModel patientExam;
    private Integer patientId;
    private Integer examUserId;
    private Integer symptomId;
    private Integer symptOptId;
    private Integer symptCatId;
    private Integer diseaseId = null;
    private Float py = null;
    private Float pn = null;
    private Integer idOrder = null;
    private String uuid;

    public PatientSymptomByExamModel() {
    }

    public PatientSymptomByExamModel(Integer patientId,
Integer examUserId, Integer symptCatId, Integer symptomId,
Integer symptOptId) {
        this.patientId = patientId;
        this.examUserId = examUserId;
        this.symptomId = symptomId;
        this.symptOptId = symptOptId;
        this.symptCatId = symptCatId;
    }

    public PatientSymptomByExamModel(PatientExamModel
patientExam, Integer patientId, Integer examUserId, Integer
symptCatId, Integer symptomId, Integer symptOptId) {
        this.patientExam = patientExam;
        this.patientId = patientId;
        this.examUserId = examUserId;
        this.symptomId = symptomId;

        this.symptOptId = symptOptId;
        this.symptCatId = symptCatId;
    }

    public PatientExamModel getPatientExam() {
        return patientExam;
    }

    public void setPatientExam(PatientExamModel
patientExam) {
        this.patientExam = patientExam;
    }

    public Integer getSymptPatientId() {
        return symptPatientId;
    }

    public void setSymptPatientId(Integer symptPatientId) {
        this.symptPatientId = symptPatientId;
    }

    public Integer getPatientId() {
        return patientId;
    }

    public void setPatientId(Integer patientId) {
        this.patientId = patientId;
    }

    public Integer getExamUserId() {
        return examUserId;
    }

    public void setExamUserId(Integer examUserId) {
        this.examUserId = examUserId;
    }

    public Integer getSymptomId() {
        return symptomId;
    }

    public void setSymptomId(Integer symptomId) {
        this.symptomId = symptomId;
    }
}

Аналогічним чином реалізовано інші методи get та set.
```

Адаптація інформаційної моделі діалогової компоненти CDSS модулю. Представлення інформаційної моделі діалогової компоненти СППР та необхідні структури даних відповідають описаним у роботі [25]. При цьому внутрішнє представлення інформаційної моделі було адаптовано відповідно до вимог таблиць бази даних (БД) для модулів користувача у MIC OpenMRS (<https://wiki.openmrs.org/display/docs/Data+Model>):

- запровадження механізму ідентифікації всіх ключових понять ІМ за допомогою присвоєння значень універсальних ідентифікаторів UUID (<https://wiki.openmrs.org/display/docs/UUIDs>);

- адаптація типів даних ключових полів в окремих таблицях-довідниках відповідно до вимог (<https://wiki.openmrs.org/display/docs/Conventions>);
- реалізація процесу встановлення (оновлення) таблиць БД засобами технології (<http://www.liquibase.org>) з використанням спеціального XML-файлу (лістинг 1).  
Як уже згадувалось, роботу з даними пацієнта в БД реалізовано на мові програмування Java з використанням фреймворків Spring та Hibernate та застосуванням MVC-підходу (MVC, Model-View-Controller). При цьому для реалізації процесу анкетування пацієнта розроблено такі класи моделі:

Лістинг 3.

XML-файлу зв'язку класу моделі результатів анкетування пацієнта, з таблицею БД:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE hibernate-mapping PUBLIC "-//Hibernate/Hibernate Mapping DTD 3.0//EN" "http://hibernate.sourceforge.net/hibernate-mapping-3.0.dtd">
<hibernate-mapping package="org.openmrs.module.pregnancydss">
<class name="PatientSymptomByExamModel" table="form_pregnancydss_symptopt_by_patient">
<id name="symptPatientId" type="java.lang.Integer" column="sympt_pat_id" >
<generator class="native"/>
</id>
<discriminator column="sympt_pat_id" insert="false" />
<many-to-one name="patientExam" class="PatientExamModel" column="id_exam" not-null="true" />
<property name="patientId" type="java.lang.Integer" column="id_patient" unique="false"/>
<property name="examUserId" type="java.lang.Integer" column="id_examuser" unique="false"/>
<property name="symptomId" type="java.lang.Integer" column="id_symptom" unique="false"/>
<property name="symptOptId" type="java.lang.Integer" column="id_sympt_opt" unique="false"/>
<property name="symptCatId" type="java.lang.Integer" column="id_sympt_cat" unique="false"/>
<property name="diseaseId" type="java.lang.Integer" column="id_disease" unique="false"/>
<property name="py" type="java.lang.Float" column="py" unique="false"/>
<property name="pn" type="java.lang.Float" column="pn" unique="false"/>
<property name="idOrder" type="java.lang.Integer" column="id_order" unique="false"/>
<property name="uuid" type="java.lang.String" column="uuid" length="38" unique="true" />
</class>
</hibernate-mapping>
```

- SymptCategoryModel.java - модель категорії симптомів;
- SymptomModel.java - модель набору симптомів;
- SymptomOptionModel.java - модель значень симптомів;
- DiseasesSymptOptModel.java - модель вірогідності певного діагнозу в залежності від значення симптому;
- PatientExamModel.java - модель даних анкети пацієнта;

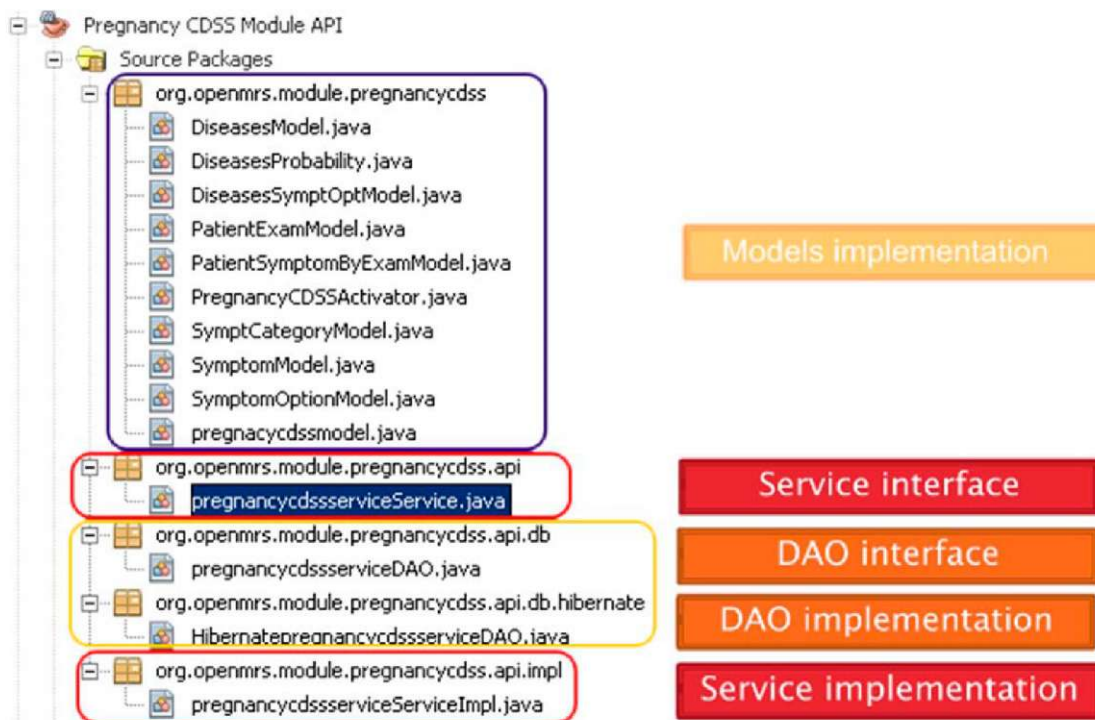


Рис. 3. Структура програмних сервісів для реалізації взаємодії класів моделі з таблицями БД модулю PregnancyCDSS

## Pregnancy CDSS Module

Survey for the patient: Id=4 name=[ser Serv] Is it first pregnancy: false Form created=2015-12-19 18:13:45.0

Рис. 4. Форма анкети опитування діалогової компоненти СППР діагностики патологій невиношування вагітності у складі MIC OpenMRS

- PatientSymptomByExamModel.java - модель результатів анкетування пацієнта.

В лістингу 2 наведено фрагмент реалізації моделі результатів анкетування пацієнта у вигляді класу на мові програмування Java.

Відповідно до вимог MIC OpenMRS щодо розроблення користувацьких модулів (<https://wiki.openmrs.org/display/docs/For+Module+Developers>), робота з БД здійснюється з використанням Java-фреймворку Hibernate. Приклад XML-файлу зв'язку класу моделі з таблицею БД для Hibernate показано в лістингу 3.

На рис. 3 показано структуру програмних сервісів для реалізації взаємодії класів моделі з таблицями БД в цілому.

Розроблення форм користувацького інтерфейсу для діалогового компонента СППР. При розробленні користувацьких модулів для MC OpenMRS є можливість застосовувати більшість сучасних підходів до веб-програмування, включно з технологіями HTML5, CSS3, AJAX (засобами JQuery). Для діалогового компонента, платформи СППР діагностики патологій невиношування вагітності у складі MIC OpenMRS, авторами розроблено форми

## Encounter Management

| Exam ID | Form Created          | Patient ID | Last Updated          | First Pregnancy | Final Disease   | Expected Disease | DecisionTree Disease | GAEDecisionTree submit                   | Edit survey form | Delete survey form |
|---------|-----------------------|------------|-----------------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------------|--|------------------|--------------------|
| 8       | 2015-12-19 18:13:45.0 | Serv       | 2015-12-19 18:13:45.0 | No              | Своєчасні роди  | Своєчасні роди   |                      | Submit data to GAE Decision Tree Service | Edit Form        | Delete Form        |
| 9       | 2015-12-19 20:14:05.0 | Serv       | 2016-02-18 11:09:34.0 | No              | Передчасні роди | Передчасні роди  |                      | Submit data to GAE Decision Tree Service | Edit Form        | Delete Form        |
| 12      | 2015-12-19 20:30:24.0 | Serv       | 2015-12-19 20:30:24.0 | No              |                 |                  |                      | Submit data to GAE Decision Tree Service | Edit Form        | Delete Form        |
| 13      | 2015-12-19 21:02:48.0 | Serv       | 2016-02-18 16:28:03.0 | No              |                 | Своєчасні роди   |                      | Submit data to GAE Decision Tree Service | Edit Form        | Delete Form        |

Рис. 5. Перелік анкет СППР діагностики патологій невиношування вагітності у формі представлення звертання пацієнта в MIC OpenMRS

Pregnancy CDSS Form

| <b>Пацієнт:</b><br>Код: 2 Прізвище: Іваненко Гієк, Наталія По-бачкові; Миколаївка<br>Дата народження: 04/16/1994<br>Адреса:<br>Телефон:  | <b>Діагностичні дані:</b><br>Вагітність: Повторна<br>Остаточний діагноз: Передчасні роди |         |                           |                |   |                 |    |
|--|--|---------|---------------------------|----------------|---|-----------------|----|
| <b>Вірогідна (фінансова) оцінка:</b><br>Вірогідний діагноз: <b>Передчасні роди</b><br>Детальніше:  |  |         |                           |                |   |                 |    |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Діагноз</th> <th>Більк. випадків симптомів</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Своєчасні роди</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Передчасні роди</td> <td>21</td> </tr> </tbody> </table> |  | Діагноз | Більк. випадків симптомів | Своєчасні роди | 6 | Передчасні роди | 21 |
| Діагноз  | Більк. випадків симптомів  |         |                           |                |   |                 |    |
| Своєчасні роди   | 6  |         |                           |                |   |                 |    |
| Передчасні роди  | 21   |         |                           |                |   |                 |    |

Дані анкетування:

| Параметр                                   | Значення                 | Вірог.діагноз   |
|--|--------------------------|-----------------|
| <b>1. Анамнез дані вагітної</b>            |                          |                 |
| 1.2. Сезонроку                             | 2. Весна                 | Своєчасні роди  |
| 1.3. Адреса проживання                     | 1. Місто                 | Своєчасні роди  |
| 1.4. Реєстрація шлюбу                      | 1. Зареєстрований        | Своєчасні роди  |
| 1.5. Вид роботи                            | 3. Домогосп              | Своєчасні роди  |
| 1.6. Шкідливості роботи                    | 2. Переокопювання        | Передчасні роди |
| 1.7. Стабільність                          | 5. Порушення менструації | Передчасні роди |
| 1.8. Шкідливі звички                       | 1. Кова                  | Передчасні роди |
| 1.9. Фізична активність                    | 2. Повітря               | Передчасні роди |
| 1.10. Взаємн. облік ЖК                     | 1. До 12 тижнів          | Своєчасні роди  |
| <b>2. Стан при поступленні в стаціонар</b> |                          |                 |
| 2.2. Вага жінки                            | 5. 81-90 кг.             | Передчасні роди |
| 2.3. Котра вагітність                      | 4. Четверта              | Передчасні роди |
| 2.4. Котріпологн                           | 3. Треті                 | Передчасні роди |
| 2.5. Розмір тагу                           | 1. Нормальні             | Своєчасні роди  |
| <b>4. Анамнез вагітної</b>                 |                          |                 |
| 4.5. Менструації встановились              | 1. Одразу                | Своєчасні роди  |
| 4.7. Регулярність менструацій              | 1. Так                   | Своєчасні роди  |
| 4.8. Довалість менструацій                 | 2. 3-4 дні               | Передчасні роди |

Рис. 6. Фрагмент протоколу анкетування пацієнта та діагностичний висновок СППР діагностики патологій невиношування вагітності для MIC OpenMRS

та звіти, що реалізують функціональні можливості, відповідно до вказаних у роботі [25]. Вказані форми, в рамках застосування MVC-підходу, реалізовано у вигляді таких представлень:

- patientExamForm.jsp - основна форма анкети (рис. 4);
- encounterPatientExamData.jsp - портлет представлення даних СППР діагностики патологій невиношування вагітності у формі звертання

пацієнта у MIC OpenMRS (рис. 5);

- patientExamForm2Print.jsp - форма-звіт для представлення протоколу анкетування пацієнта та діагностичного висновку (рис. 6);
- ряд форм для керування вмістом та налаштування параметрів діалогового го компоненту СППР (рис. 7).

Для керування діалоговою компонентою СППР платформи, в рамках застосування MVC-підходу,



OpenMRS Currently logged in as Super User | [Log out](#) | [My Profile](#) | [Help](#)

Home | Find/Create Patient | Dictionary | Administration

### Administration

- Users**
  - [Manage Users](#)
  - [Manage Roles](#)
  - [Manage Privileges](#)
  - [Manage Alerts](#)
- Patients**
  - [Manage Patients](#)
  - [Manage Tribes](#)
  - [Find Patients to Merge](#)
  - [Manage Identifier Types](#)
- Person**
  - [Manage Persons](#)
  - [Manage Relationship Types](#)
  - [Manage Person Attribute Types](#)
- Concepts**
  - [View Concept Dictionary](#)
  - [Manage Concept Drugs](#)
  - [Manage Proposed Concepts](#)
  - [Manage Concept Classes](#)
  - [Manage Concept Datatypes](#)
  - [Manage Concept Sources](#)
  - [Manage Concept Stop Words](#)
  - [Manage Reference Terms](#)
- Forms**
  - [Manage Forms](#)
  - [Manage Fields](#)
  - [Manage Field Types](#)
  - [Merge Duplicate Fields](#)
- Modules**
  - [Manage Modules](#)
  - [Module Properties](#)
  - Pregnancy CDSS Module**
    - [Manage Symptom Categories](#)
    - [Manage Symptoms](#)
    - [Manage Symptom Options](#)
    - [Manage Diseases List](#)
    - [pregnancycdss.managediseasesymptompt](#)
    - [Manage Patient Exams](#)
- REST Web Services**
  - [Settings](#)
  - [Test](#)
  - [Help](#)

a)

[Admin](#) | [Manage Module](#)

## Pregnancy CDSS Module

Search:

Show  entries

| SymptID | Symptom Name              | Symptom Description | Category              | Order | Multi | Selected |
|---------|---------------------------|---------------------|-----------------------|-------|-------|----------|
| 1       | 1.1. Вік жінки            |                     | Анкетні дані вагітної | 1     | No    | Yes      |
| 2       | 1.2. Сезон року           |                     | Анкетні дані вагітної | 2     | No    | Yes      |
| 3       | 1.3. Адреса проживання    |                     | Анкетні дані вагітної | 3     | No    | Yes      |
| 4       | 1.4. Реєстрація шлюбу     |                     | Анкетні дані вагітної | 4     | No    | Yes      |
| 5       | 1.5. Вид роботи           |                     | Анкетні дані вагітної | 5     | No    | Yes      |
| 6       | 1.6. Шкідливості роботи   |                     | Анкетні дані вагітної | 6     | No    | Yes      |
| 7       | 1.7. Спадковість          |                     | Анкетні дані вагітної | 7     | No    | Yes      |
| 8       | 1.8. Шкідливі звички      |                     | Анкетні дані вагітної | 8     | No    | Yes      |
| 9       | 1.9. Фізична активність   |                     | Анкетні дані вагітної | 9     | No    | Yes      |
| 10      | 1.10. Взята на облік в ЖК |                     | Анкетні дані вагітної | 10    | No    | Yes      |

Showing 1 to 10 of 71 entries

б)

Рис. 7. Перелік (а) та вигляд однієї з форм (б) налаштування модуля діалогового компоненту СППР в панелі керування модулями MIC OpenMRS

розроблено ряд java- сервлетів (контролерів) (рис. 8):

- `EncounterPatientExamDataPortletController.java` - контролер портлету представлення даних діалогового компоненту СППР у формі звертання пацієнта у MIC OpenMRS;
- `PatientExamFormController.java` - контролер форми анкетування пацієнта;
- `GAEDecisionTreeController.java` - забезпечує взаємодію діалогового компоненту СППР з веб-сервісом прийняття діагностичного рішення `GAEDecisionTree`;

- `PregnancyCDSSManageController.java` - забезпечує функції адміністрування та налаштування діалогового компоненту СППР.

Взаємодія діалогової компоненти платформи системи підтримки прийняття рішень з сервісом `GAE Decision Tree` організована відповідно до рекомендацій щодо обміну даними між сайтами з різними доменними іменами (<http://www.gwtproject.org/doc/latest/tutorial/Xsite.html#design>). Такі методи контролера `GAEDecisionTreeController.java` призначені для:

## Лістинг 4.

## Реалізація асинхронної взаємодії з сервісом GAE Decision Tree засобами jQuery:

```

<script type="text/javascript">
function submitData2GAE(formData){
jQuery.ajax({
type : 'GET',
url : 'http://decisiontree-1013.appspot.com/patientdata',
data : formData,
dataType : 'json',
success : function(response) {
var mystr = JSON.stringify(response);
setGAEDecision (response);
},
error : function(e) {
alert('Error: ' + e);
}
});
};
function gaeDecisionTreeSubmitFunction(examId,encou
nterId,patientId){
jQuery.ajax({
type : 'GET',
url : '${pageContext.request.contextPath}/module/
pregnancycdss/gAEDecisionTree/single.json',
data : 'examId=' + examId + '&encounterId=' +
encounterId + '&patientId=' + patientId,
dataType : 'json',
success : function(response) {
submitData2GAE(response);
},
error : function(e) {
alert('Error: ' + e);
}
});
function setGAEDecision(GAEResponse){
jQuery.ajax({
type : 'POST',
url : '${pageContext.request.contextPath}/module/
pregnancycdss/gAEDecisionTree/setdisease.json',
data : gAEResponse +' + GAEResponse,
dataType : 'json',
success : function(response) {
alert('Sucessfully saved!');
},
error : function(e) {
alert('Error: ' + e);
}
});
};
</script>

```

- `getPatientDataJson2` - обробляє `HttpRequest` GET-запит та повертає дані вказаної анкети у вигляді JSON-об'єкту;
- `getAllPatientDataJson` - обробляє `HttpRequest` GET-запит та повертає дані усіх анкет, для яких вказаний остаточний діагноз, у вигляді JSON-об'єкту. Це забезпечує для формування навчального набору даних у БД сервісу `GAEDecisionTree` (<http://decisiontree-1013.appspot.com>);
- `setGAEDecision` - обробляє `HttpRequest` POST-запит та забезпечує зберігання отриманого діагностичного висновку для вказаної анкети в таблиці БД діалогового компоненту СППР.

Виконання запитів до сервісу `GAEDecisionTree` здійснюється безпосередньо з представлення (портлет `encounterPatientExamData.jsp`) з використанням AJAX-технології. AJAX-запити реалізуються засобами бібліотеки `jQuery` за допомогою ряду функцій на мові програмування `JavaScript` (лістинг 4):

- `gaeDecisionTreeSubmitFunction(examId,encounterId,patientId)` - забезпечує отримання даних форми анкетування шляхом асинхронного виклику методу `getPatientDataJson2` сервілету `GAEDecisionTreeController.java`;
- `submitData2GAE(formData)` - здійснює асинхронний AJAX-запит до сервісу прий-

- `setDecisionTreeResponseFunction(formData)` - забезпечує зберігання діагностичного висновку шляхом асинхронного виклику методу `setGAEDecision` сервілету `GAEDecisionTreeController.java`.

Аналогічним чином реалізовано відправлення навчального набору даних у представлені форми `managepatientexams.jsp` в панелі керування модулями `MIC OpenMRS`.

Процес підключення розробленої діалогової компоненти СППР до існуючого серверу `MIC OpenMRS` здійснюється стандартними для даної `MIC` методами (<https://wiki.openmrs.org/display/docs/Administering+Modules>).

Користувач повинен мати права адміністратора системи:

1. Скачати скомпільований файл (`pregnancycdss-1.xx-SNAPSHOT.omod`) діалогового компонента СППР із репозиторію автора на сервері `GitHub` ([https://github.com/semteacher/pregnacy\\_cdss](https://github.com/semteacher/pregnacy_cdss)).
2. Авторизуватися з правами адміністратора на сервері `MIC OpenMRS`. Перейти в розділ керування модулями (`Administration Manage Modules`).

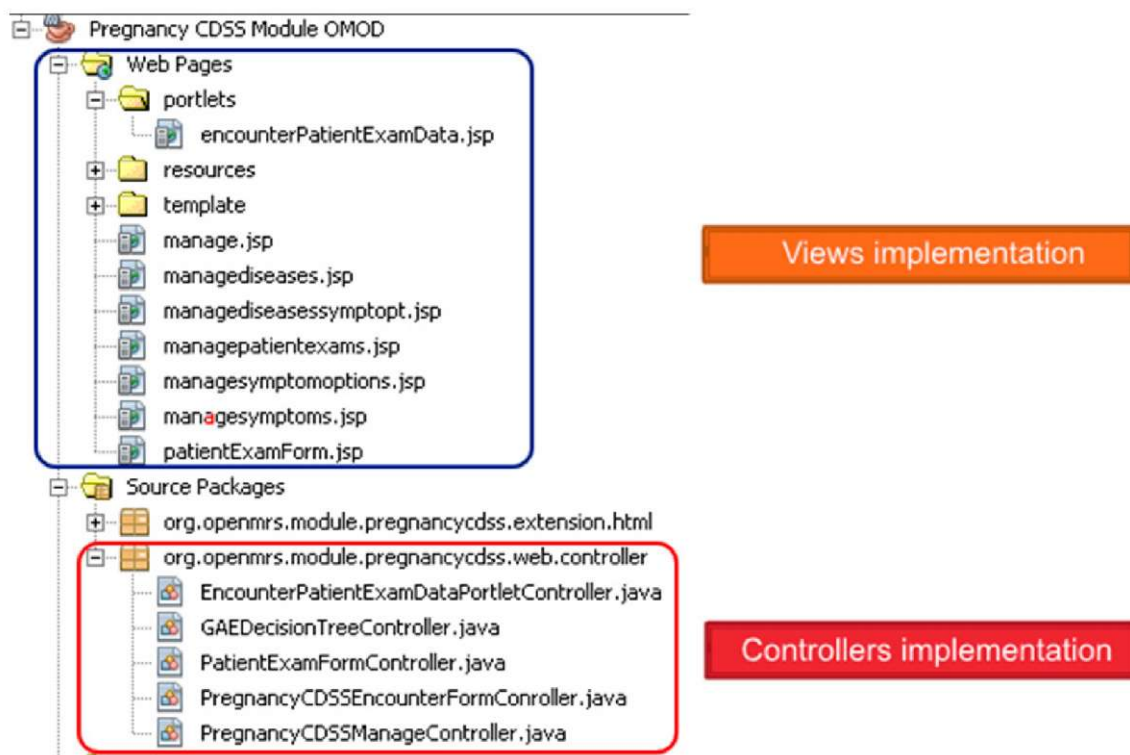


Рис. 8. Структура представлень та контролерів модулю PregnancyCDSS

### 3. Натиснути кнопку Add or Upgrade Module.

В діалозі додавання модулю натиснути кнопку Choose File в секції Add Module. Вказати розміщення раніше скачаного файлу та натиснути OK та Upload.

Після виконання вказаних кроків модуль діалогового компонента СППР діагностики патологій невиношування вагітності штатними буде доступним у формі звернення (Encounter) пацієнта.

**Висновки.** Застосування клінічних СППР у практичній діяльності сучасного лікаря є важливою умовою підвищення якості надання медичної допомоги. Перспективне застосування СППР - діагностика патологій невиношування вагітності та попередження передчасних пологів.

### Література.

1. Авраменко В. І. Формування основних напрямків розвитку інформаційних технологій в охороні здоров'я України на основі світових тенденцій / В. І. Авраменко, В. О. Качмар // Український журнал телемедицини та медичної телематики. - 2011. - Том 9. - № 2. - С. 5-15.
2. Семенець А. В. Організаційно - методичні підходи впровадження EMR-систем в охороні здоров'я України / А. В. Семенець // Медична інформатика та інженерія. - 2013. - № 3. - С. 35-43.
3. Aminpour F. Utilization of open source electronic health record around the world: a systematic review / F. Aminpour, F. Sadoughi, M. Ahamdi // Journal of research in medical sciences : the official journal of Isfahan University of Medical Sciences. - 2014. - Vol. 19, No. 1. - P. 57-64.
4. Global healthcare it market analysis and segment forecasts to 2020 - healthcare it industry, outlook, size, application, product, share, growth prospects, key opportunities, dynamics, trends, analysis, healthcare it report - grand view research inc / [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/healthcare-it-market>.

5. Reynolds C. J. Open source, open standards, and health care information systems. / C. J. Reynolds, J. C. Wyatt // *Journal of medical Internet research*. - 2011. - Vol. 13, No. 1. - P. e24.
6. List of open-source healthcare software - Wikipedia, the free encyclopedia / [Електронний ресурс] - Режим доступу: [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_open-source\\_healthcare\\_software#Electronic\\_health\\_or\\_medical\\_record](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_open-source_healthcare_software#Electronic_health_or_medical_record) .
7. Fritz F. Success criteria for electronic medical record implementations in low-resource settings: a systematic review / F. Fritz, B. Tilahun, M. Dugas // *Journal of the American Medical Informatics Association*. - 2015. - Vol. 22, No. 2. - P. 479-488.
8. Семенець А. В. Про досвід міграції даних пацієнтів при впровадженні вільно-розповсюджаного програмного забезпечення МІС ЕМК з відкритим кодом / А. В. Семенець // *Медична інформатика та інженерія*. - 2014. - № 1. - С. 28-37.
9. Семенець А. В. Про досвід інтеграції радіовізіографа Dr.Suni 1800 та вільно-розповсюджаного програмного забезпечення МІС ЕМК з відкритим кодом OpenDental / А. В. Семенець, Н. І. Кузів // *Медична інформатика та інженерія*. - 2014. - Vol. 26, № 2. - С. 43-50.
10. Roshanov P. S. Features of effective computerised clinical decision support systems: meta-regression of 162 randomised trials. / P. S. Roshanov, N. Fernandes, J. M. Wilczynski[et al.] // *BMJ (Clinical research ed.)*. - 2013. - Vol. 346, No. feb14\_1. - P. f657.
11. Bright T. J. Effect of clinical decision-support systems: a systematic review. / T. J. Bright, A. Wong, R. Dhurjati[et al.] // *Annals of internal medicine*. - 2012. - Vol. 157, No. 1. - P. 29-43.
12. Jaspers M. W. M. Effects of clinical decision-support systems on practitioner performance and patient outcomes: a synthesis of high-quality systematic review findings. / M. W. M. Jaspers, M. Smeulers, H. Vermeulen, L. W. Peute // *Journal of the American Medical Informatics Association : JAMIA*. - 2011. - Vol. 18, No. 3. - P. 327-34.
13. Esmaeilzadeh P. Adoption of clinical decision support systems in a developing country: antecedents and outcomes of physician's threat to perceived professional autonomy / P. Esmaeilzadeh, M. Sambasivan, N. Kumar, H. Nezakati // *International Journal of Medical Informatics*. - 2015.
14. Goldspiel B. R. Integrating pharmacogenetic information and clinical decision support into the electronic health record. / B. R. Goldspiel, W. A. Flegel, G. DiPatrizio[et al.] // *Journal of the American Medical Informatics Association : JAMIA*. - 2014. - Vol. 21, No. 3. - P. 522-8.
15. Марценюк В. П. Медична інформатика. Інструментальні та експертні системи / В. П. Марценюк, А. В. Семенець. - Тернопіль: Укрмедкнига, 2004. - 222 с.
16. Борис Р. М. Алгоритм класифікації політравм методом індукції дерева рішень / Р. М. Борис, В. П. Марценюк // *Медична інформатика та інженерія*. - 2013. - № 2. - С. 12-17.
17. Марценюк В. П. Розробка клінічної експертної системи, що ґрунтується на правилах, методом послідовного покриття / В. П. Марценюк, І. Є. Андрушак // *Наукові праці Чорноморського державного університету імені Петра Могили*. - 2014 - Том 225. - № 237. - С. 5-10.
18. Марценюк В. П. Про клінічну систему, що ґрунтується на правилах, на основі технології Data Mining / В. П. Марценюк, О. О. Стаханська // *Медична інформатика та інженерія*. - 2014. - № 1. - С. 24-27.
19. Martsenyuk V.P., Andrushchak I.Y., Gvozdetska I.S. Qualitative Analysis of the Antineoplastic Immunity System on the Basis of a Decision Tree / V. P. Martsenyuk, I. Y. Andrushchak, I. S. Gvozdetska // *Cybernetics and Systems Analysis* - 2015. - T. 51. - № 3. С. 461-470.
20. Hasmik Martirosyan, Monique Frize, Daphne E. Ong, Jeff Gilchrist E. B. A decision-support system for expecting mothers and obstetricians / E. B. Hasmik Martirosyan, Monique Frize, Daphne E. Ong, Jeff Gilchrist // 6th European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering MBEC 2014, 7-11 September 2014, Dubrovnik, Croatia. Springer International Publishing. - 2014. - Vol. 45. - P. 703-706.
21. Edelman E. A. Evaluation of a novel electronic genetic screening and clinical decision support tool in prenatal clinical settings. / E. A. Edelman, B. K. Lin, T. Doksum[et al.] // *Maternal and child health journal*. - 2014. - Vol. 18, No. 5. - P. 1233-45.
22. Pahl C. Role of openehr as an open source solution for the regional modelling of patient data in obstetrics / C. Pahl, M. Zare, N. Mehrbakhsh[et al.] // *Journal of Biomedical Informatics*. - 2015. - Режим доступу: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25900270>.
23. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 51256 Комп'ютерна програма "Інформаційна система підтримки прийняття рішення "Вагітність». - А. В. Семенець, С. М. Геряк, М. М. Жилияєв від 16.09.2013.
24. Жилияев Н. Н. Эффективность применения компьютерной скрининговой системы для диагностики и прогнозирования преждевременных родов / Н. Н. Жилияев, С. Н. Геряк // *Вятский медицинский вестник*. - 2014. - № 2. - С. 18-22.
25. Семенець А. В. Розробка платформи системи підтримки прийняття рішення для медичної інформаційної системи з відкритим кодом OpenEMR / А. В. Семенець, В. П. Марценюк // *Медична інформатика та інженерія*. - 2015. - № 3. - С. 22-40.
26. Mohammed-Rajput N. A. Openmrs, a global medical records system collaborative: factors influencing successful implementation / N. A. Mohammed-Rajput, D. C. Smith, B. Mamlin[et al.]. - 2011. - Режим доступу: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22195155>.